January 29, 1858.

RICHARD OWEN, Esq., V.P., in the Chair.

The following communcations were read :—

I. "Mémoire sur les Limites de la Pression dans les Machines travaillant à la détente du Maximum d'effet; et sur l'influence des Espaces libres dans les Machines à un seul Cylindre." Par M. MAHISTRE, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille. Communicated by Professor STOKES, Sec. R.S. Received October 12, 1857.

§ I. *Limites de la Pression.*

1. Le travail transmis en une minute au piston d'une machine à un seul cylindre, est donné par la formule

$$\mathrm{T}_m=\frac{\mathrm{V}}{l}\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)\left[al'+\{a(l'+c)+\beta+\theta\}\log\frac{a(l+c)+\beta+\theta}{a(l'+c)+\beta+\theta}\right]$$
$$-\frac{\mathrm{V}}{l}al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

De même, la course d'admission qui fait sortir la vapeur sous la pression ϖ du condenseur, ou de l'atmosphère, a pour valeur

$$l'=\frac{n+q\varpi}{n+q\mathrm{P}}l\left(1+\frac{c}{l}+\frac{\beta+\theta}{al}\right)-\frac{\beta+\theta}{a}-c. \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

(Voir notre mémoire sur le Travail de la Vapeur, dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Séance du 15 juin.)

Nous avons démontré récemment (Comptes Rendus du 21 septembre) que pour une telle admission *la vaporisation mécanique d'une machine était la même que si, dépourvue d'espace libre, la machine travaillait à pleine vapeur, sous la pression qui s'exerce derrière le piston. Il résulte de cet énoncé que la vaporisation, indépendante de la pression d'admission, reste constante, tant que la vitesse et la pression ϖ restent elles-mêmes constantes.* Cela posé, je me propose d'abord de rechercher ce que devient T_m quand on fait varier P, la vitesse de rotation $\frac{\mathrm{V}}{l}$, et la pression ϖ restant les mêmes.

Si l'on résout l'équation (2) par rapport à $\frac{n}{q}+\mathrm{P}$, on trouve d'abord

$$\frac{n}{q}+\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a(l+c)+\beta+\theta}{a(l'+c)+\beta+\theta}\,;$$

à l'aide de cette valeur, celle de T_m devient

$$\mathrm{T}_m=\frac{\mathrm{V}}{l}\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\Big[a(l+c)+\beta+\theta\Big]\left(\frac{al'}{a(l'+c)+\beta+\theta}+\log\frac{a(l+c)+\beta+\theta}{a(l'+c)+\beta+\theta}\right)$$
$$-\frac{\mathrm{V}}{l}al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right);\quad\ldots\ldots\ldots\ldots\quad(3)$$

or il est évident que cette valeur de T_m sera un maximum, lorsque la quantité

$$y=\frac{al'}{a(l'+c)+\beta+\theta}+\log\frac{a(l+c)+\beta+\theta}{a(l'+c)+\beta+\theta},$$

sera elle-même un maximum, ce qui arrive pour $l'=0$. La limite de $\frac{n}{q}+\mathrm{P}$ devient ainsi

$$\frac{n}{q}+\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a(l+c)+\beta+\theta}{ac+\beta+\theta}.\quad\ldots\ldots\quad(4)$$

Si dans cette équation on néglige $\beta+\theta$, en supposant que cette somme soit une petite quantité par rapport à ac, on aura, à très peu pres,

$$\mathrm{P}=\varpi+\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{l}{c}.\quad\ldots\ldots\quad(5)$$

Ordinairement les constructeurs donnent à $\frac{l}{c}$ des valeurs comprises entre 15 et 20. D'un autre côté, la pression dans le condenseur est, le plus souvent, de $\frac{4}{19}$ d'atmosphère; on peut donc supposer $\varpi=2176$ kil. Prenant en même temps $\frac{l}{c}=20$, et observant que $\frac{n}{q}=799$, on trouve

$$\mathrm{P}=61676 \text{ kilog. ou 6 atmosphères, environ.}$$

Par conséquent, *les machines à un seul cylindre, à condensation, timbrées à 6 atmosphères au plus, et marchant à la détente du maximum d'effet*, pourront généralement développer tout le travail que leur vaporisation constante est capable de produire. En aucun*

* Il ne s'agit pas ici de la course d'admission du maximum d'effet *analytique*, mais uniquement de celle qui fait sortir la vapeur sous la pression qui s'exerce derrière le piston, et qui diffère très peu de la première.

cas, les machines sans condensation ne pourront utiliser tout le travail relatif à leur vaporisation; puisqu'il faudrait pour cela pouvoir porter la pression de beaucoup au de la du timbre de la chaudière. C'est ainsi que pour des valeurs très petites de $\frac{\beta+\theta}{ac}$, la pression-limite peut dépasser 22 atmosphères.

À l'égard des machines du système de Wolf, on tire d'abord de la formule (12) du mémoire cité,

$$\frac{n}{q}+\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a_{,}l_{,}+ac+\theta}{al+ac+\theta}\,\frac{a(l+c)+\beta+\theta}{a(l'+c)+\beta+\theta}; \quad . \quad . \quad (6)$$

Substituant cette valeur dans la formule (10) du dit mémoire, puis exprimant la condition que T_m soit un maximum, on trouve

$$l'=\frac{\beta+\theta}{a}\log\frac{ac+a_{,}(l_{,}+c_{,})+\mu}{a_{,}c_{,}+a(l+c)+\mu}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Comme cette valeur de l' est très petite, si on fait dans l'équation (6) $l'=0$, on aura, à très peu près,

$$\frac{n}{q}+\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a_{,}l_{,}+ac+\theta}{al+ac+\theta}\,\frac{al+ac+\beta+\theta}{ac+\beta+\theta};$$

et plus simplement, mais avec une approximation moindre,

$$\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a_{,}l_{,}}{al}\left(\frac{l}{c}+1\right)-\frac{n}{q}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Ordinairement $\frac{a_{,}l_{,}}{al}$ est compris entre 4 et 5; prenant $\frac{a_{,}l_{,}}{al}=4$, et, comme précédemment,

$$\frac{l}{c}=20,\ \frac{n}{q}=799,\ \varpi=2176\ \text{kil.};$$

on trouve

$$\mathrm{P}=249{,}101\ \text{kilog., ou 24 atm. environ.}$$

Si la machine ne condensait pas, la limite de P serait évidemment plus grande. De la il résulte que *une machine de Wolf, marchant à la détente du maximum d'effet, ne pourra jamais utiliser tout le travail que sa vaporisation constante est capable de produire.*

Mais *dans deux machines de même système, l'une à condensation, l'autre sans condensation, et travaillant à la détente du maximum d'effet, une même quantité d'eau vaporisée produira le même travail*

*aux limites de la pression, si les volumes engendrés par les pistons sont respectivement égaux, ainsi que les espaces libres homologues**.

Considérons pour fixer les idées deux machines à un seul cylindre. Si l'on pose, pour abréger, $\frac{V}{l}=N$, l'équation (3) sera de la forme

$$T_m=N\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)M.$$

Relativement à la machine sans condensation, on aura pareillement

$$T'_m=N'\left(\frac{n}{q}+\varpi'\right)M'.$$

Divisant ces deux égalités membre à membre, et observant qu'aux limites de la pression $M=M'$, il vient

$$\frac{T_m}{T'_m}=\frac{N}{N'}\frac{n+q\varpi}{n+q\varpi'}.$$

Soit S la vaporisation commune ; d'après le théorème cité au commencement de ce mémoire

$$S=alN\ (n+q\varpi),$$
$$S=ALN'\ (n+q\varpi')\ ;$$

de la on tire

$$\frac{N}{N'}\frac{n+q\varpi}{n+q\varpi'}=1, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

puisque par hypothèse les volumes al, AL engendrés par les pistons, sont égaux. Par suite

$$T_m=T'_m\ ;$$

ce qu'il fallait démontrer. La démonstration serait la même pour deux machines du système de Wolf.

On voit par ce qui précède, que *la machine sans condensation n'est désavantageuse, que parceque la pression ne peut y être portée jusqu'a ses dernières limites.*

Si l'on veut que dans les deux machines, et pour des pressions moindres que les pressions limites, la même quantité d'eau vaporisée produise le même travail, il suffira d'exprimer que les *volumes d'admissions al'*, AL' sont égaux, ce qui exige qu'on ait

$$\frac{n+q\varpi}{n+qP}=\frac{n+q\varpi'}{n+qP'}\ ; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

* Relativement à cette dernière partie de l'énoncé, il suffit que la somme des espaces libres soit la même dans les deux machines, quand celles-ci sont à un seul cylindre.

les lettres accentuées se rapportant, comme précédemment, à la machine sans condensation. De la on tire

$$P=\frac{n+q\varpi}{n+q\varpi'}\left(\frac{n}{q}+P'\right)-\frac{n}{q}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

En même temps l'équation (9) donne, pour le rapport des vitesses des rotations

$$\frac{N}{N'}=\frac{n+q\varpi'}{n+q\varpi}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

Si l'on prend

$$\varpi=2176 \text{ kilog.}, \ \varpi'=10335 \text{ kilog.}, \ \frac{n}{q}=799,$$

ces relations deviennent, en négligéant le 2me terme de la valeur de P,

$$P=(0{\cdot}2672)\,P', \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

$$\frac{N}{N'}=3{\cdot}74. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Ce qui fait voir que *les deux machines ne pourront produire le même travail qu'entre des limites très étroites.*

C'est ainsi, par exemple, que depuis 3·7 atm. jusqu'à 10 atm., la machine sans condensation pourra marcher à la même force, pour la même vaporisation, que la machine à condensation travaillant depuis 1 atm. jusqu'à 2·6 atmosphères.

2. Nous terminerons la 1re partie de ce mémoire par le théorème suivant :

Dans deux machines de même système, toutes deux à condensation, ou toutes deux sans condensation, et travaillant à la détente du maximum d'effet, une même quantité d'eau vaporisée produira le même travail, si dans les deux machines la pression d'admission est la même, et si les capacités homologues du système distributeur sont, respectivement, dans le même rapport avec les volumes engendrés par deux pistons de même nom.

Considérons, pour fixer les idées, deux machines à un seul cylindre ; je suppose que le rapport

$$\frac{ac+\beta+\theta}{al}$$

soit le même dans les deux machines ; je suppose aussi que la vaporisation constante soit égale de part et d'autre, et je dis qu'il en sera de même du travail. En effet, de l'équation

$$S=alN\,(n+q\varpi)=aV\,(n+q\varpi),$$

on tire

$$aV = \text{constante}.$$

La formule (2) donne pareillement

$$\frac{al'}{al} = \text{constante},$$

pourvu que P soit le même de part et d'autre. Donc aussi

$$T_m = \text{constante},$$

car la valeur de T_m peut s'écrire sans la forme

$$T_m = aV\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\left(1+\frac{ac+\beta+\theta}{al}\right)\left(\frac{\frac{al'}{al}}{\frac{al'}{al}+\frac{ac+\beta+\theta}{al}} + \log\frac{1+\frac{ac+\beta+\theta}{al}}{\frac{al'}{al}+\frac{ac+\beta+\theta}{al}}\right)$$
$$-aV\left(\frac{n}{q}+\varpi\right).$$

La démonstration serait la même pour deux machines de Wolf.

On peut remarquer que le théorème précédent aura lieu qu'elle que soit la détente, pourvu que les volumes d'admissions restent égaux. Seulement, la vaporisation commune variera avec la pression, et dans le même sens.

Il résulte de ce qui précède que *dans deux machines de même système, l'une à condensation, l'autre sans condensation, travaillant à la détente du maximum d'effet, et dont les capacités homologues du système distributeur sont dans les rapports indiqués ci-dessus, une même quantité d'eau vaporisée produira le même travail aux limites de la pression. Ce travail pourra aussi être rendu égal pour de certaines pressions moindres que les pressions limites.*

§ II. *De l'influence des espaces libres dans les machines à un seul cylindre.*

3. Considérons une machine destinée à marcher avec une course d'admission l', une vitesse de rotation $\frac{V}{l}$, et une pression d'admission P. *Je me propose de rechercher qu'elle est l'influence des espaces libres sur le travail de la machine.* Si l'on pose pour abréger

$$ac+\beta+\theta = x,$$

la valeur (1) de T_m devient

$$T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[al' + (al'+x)\log\frac{al+x}{al'+x}\right] - \frac{V}{l}al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right). \quad (9)$$

Nous ferons remarquer tout d'abord que T_m est indépendant des espaces libres pour $l'=l$, car dans ce cas l'on a simplement

$$T_m = \frac{V}{l} al(P-\varpi). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Maintenant si l'on veut rendre T_m maximum par rapport à x, il suffira évidemment de rendre maximum le terme

$$y = (al'+x) \log \frac{al+x}{al'+x};$$

et pour cela, il faudra déterminer x par la relation

$$\frac{a(l-l')}{al+x} = \log \frac{al+x}{al'+x}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Si dans cette équation on néglige les termes de l'ordre de x^2, on trouve

$$x = a \frac{l \log \frac{l}{l'} - (l-l')}{\frac{l-l'}{l'} - \log \frac{l}{l'}}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

4. Supposons maintenant qu'on fasse travailler la machine à la détente du maximum d'effet. Dans ce cas l' sera une fonction de x déterminée par la relation

$$\frac{al'+x}{al+x} = \frac{n+q\varpi}{n+qP}; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

et l'équation du travail deviendra

$$T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[(al+x)\frac{n+q\varpi}{n+qP}\left(1+\log\frac{n+qP}{n+q\varpi}\right)-x\right]-\frac{V}{l}al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right).$$

Or on s'assurera sans peine que cette fonction prend sa valeur maxima pour $x=0$. Dans ce cas, les limites de l' et de T_m deviennent

$$l' = \frac{n+q\varpi}{n+qP} l, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

$$T_m = \frac{V}{l} al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right) \log \frac{n+qP}{n+q\varpi}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Il doit être entendu que les logarithmes qui entrent dans les diverses formules sont des logarithmes Népériens.

On voit par ce qui précède, que *les espaces libres doivent être déterminés pour la détente à laquelle la machine doit marcher habituellement. Dans le cas de la détente du maximum d'effet, ils doivent être rendus aussi petits que les nécessités de la construction le permettent.* Une fois la somme des espaces libres déterminée, on réglera le développement des conduits de manière à donner à ceux-ci

la plus grande section possible, à fin de ne pas créer d'obstacle inutile au mouvement de la vapeur.

Les espaces libres n'entrant pas d'une manière symmétrique dans la formule du travail d'une machine de Wolf, la théorie qui précède n'est pas applicable à cette machine. Toutes fois on pourra déterminer

$$x = ac + \beta + \theta,$$

de manière à rendre maxima la somme des deux premiers termes de la valeur de T_m.

5. Pour donner une application numérique de ces formules, nous prendrons pour exemple la machine horizontale, et sans condensation, de la Gare de Fives.

Dimensions des principaux organes de la machine.

Course du piston........................	$l = 0{\cdot}45$ m.
Rayon du cylindre	$r = 0{\cdot}115$ m. d'où
	$a = 0{\cdot}04555$ m. q.
Liberté du cylindre......................	$c = 0{\cdot}015$ m.
Volume de conduit qui fait communiquer la boite à vapeur au cylindre	$\theta = 0{\cdot}0012$ m. c.
Nombre de tours de la manivelle par minute. .	$\dfrac{V}{l} = 300.$

Comme dans cette machine le tiroir fait lui même détente, le volume β de la boite à vapeur ne doit pas entrer dans les formules ; alors on a simplement

$$x = ac + \theta = 0{\cdot}0018225 \text{ m. c.}$$

Cela posé, si l'on prend

$$l' = 0{\cdot}08 \text{ m.},$$

la relation (12) donne

$$x = 0{\cdot}0060634 \text{ m. c.}$$

Maintenant si l'on calcule la force de la machine en prenant

$$P = 6 \text{ atm.} = 62010 \text{ kilog.}$$

et faisant usage, successivement, des valeurs ci-dessus de x, on trouve

avec les espaces libres effectifs	$T_m = 29{\cdot}85$ ch.	Diff. $= 8{\cdot}25$ ch. $= 28$ per cent.
avec les espaces libres calculés	$T_m = 38{\cdot}10$ ch.	

Dans le cas de la détente du maximum d'effet, et pour la même pression de 6 atm., les résultats sont les suivants,—

$$\left.\begin{array}{ll}\text{avec les espaces libres effectifs} \ldots\ldots & T_m = 22{\cdot}64 \text{ ch.} \\ \text{avec les espaces libres nuls} & T_m = 26{\cdot}35 \text{ ch.}\end{array}\right\} \text{Diff.} = 3{\cdot}71 \text{ ch.} = 16 \text{ per cent.}$$

II. "On the Action of Nitrous Acid on Aniline." By A. MATTHIESSEN, Ph.D. Communicated by Professor STOKES, Sec. R.S. Received January 12, 1858.

On repeating the experiments of Hunt* and Hofmann†, on the action of nitrous acid on aniline, I found that the reaction does not take place exactly as these chemists state; Hunt gives the reaction as

$$\left.\begin{matrix} C_{12}\,H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + NO_3 + HO = C_{12}\,H_6\,O_2 + N_2 + 2HO.$$

Hofmann says that phenylic alcohol is not formed, but nitrophenassic acid, when binoxide of nitrogen is led into a diluted solution of the nitrate:

$$\left.\begin{matrix} C_{12}\,H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + NO_3 + NO_5 = C_{12}\left\{\begin{matrix} H_5 \\ NO_4 \end{matrix}\right\} O_2 + N_2 + 2HO.$$

This reaction, although correct in the end result, omits the intermediate stage, which is—

$$\left.\begin{matrix} C_{12}\,H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + H_2\,O_2 + NO_3 = C_{12}\,H_6\,O_2 + NH_3 + NO_3,$$

and then $NH_3 + NO_3 = N_2 + 3HO$.

On account of the free nitric acid, the phenylic alcohol is always converted into nitrophenassic acid. The ammonia was determined as platinum salt, and two experiments gave 43·9 and 44·1 per cent. of platinum; the theoretical quantity required is 44·2 per cent.

It appears, therefore, when nitrous acid acts on aniline, that in the first part of the reaction it causes only a substitution, and afterwards, the ammonia being attacked by it, gives off nitrogen and water.

* Sill. Am. Journ. (2) viii. 372.

† Chem. Soc. Quart. Journ. iii. 231.